

**TINJAUAN PENGGUNAAN BATU APUNG DAN TUMBUKAN GENTENG
KERAMIK DENGAN PENGURANGAN BERAT SEMEN TERHADAP
KARAKTERISTIK BATAKO RINGAN BERKAIT**

Iwan Wikana¹⁾, Harefa, M.A.S²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta
e-mail : christanti_lkp@yahoo.co.id

²⁾Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the affect of pumice chips to replace sand in the production of concrete bricks to reduce weight. At the same time, roof tiles crushed into powder form were used to partly substitute Portland cement as binding material in the production of the concrete brick. It was hoped that the twin attempt would result in lighter and stronger concrete bricks.

Two types of testing specimens were prepared, namely cubical specimens of 8 cm x 8 cm x 8 cm to be used for the compressive strength tests, and test specimens having the same size and shape of commercial concrete bricks, namely 40 cm x 10 cm x 23 cm. For all the test specimens the sand was fully substituted by pumice chips. The amount of cement reduced by the presence of crushed roof tiles were 0, 10%, 20% and 30%.

The result of the experiments showed that substitution of sand aggregate by pumice chips reduced the weight of concreted brick from the typical 14.4 kg to 6.8 kg per piece, namely a weight reduction of 50% to 60%. Among the different combinations on the amount of crushed roof tiles and cement, the specimens with 20% crushed roof tiles produced the highest compressive strength of 5.0 MPa. Specimens which have the best quality is the use of ceramical tiles 20% of collisions with 5.013 MPa compressive streght, water absorption maximum weight of 28.34% and 6.393 kg apiece.

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki berbagai macam kekayaan alam yang ketersediaannya cukup melimpah, baik dalam bidang pertanian, pariwisata dan hasil bumi, sehingga menjadi modal pendukung bagi masyarakat Indonesia dalam berkarya dan mengembangkan

kreatifitas. Salah satu yang biasa kita temui disekitar lingkungan kita, seperti genteng keramik yang sudah tidak layak untuk digunakan, dan biasanya dimanfaatkan hanya sebagai timbunan, sedangkan kekayaan hasil alam Indonesia yang masi hanya dikenal secara umum adalah batu apung. Kedua bahan diatas dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan sebagai campuran pada salah satu unsur bahan bangunan seperti batako.

Usaha membuat batako lebih ringan, ekonomis, kedap suara dan tahan gempa terus dikembangkan. Batu apung (*pumnice*) merupakan batuan vulkanis yang kaya akan silikat (*rock froth*) yang berwarna abu-abu terang hingga putih, memiliki pori-pori dan ringan, sehingga dari sifat fisika dan kimianya sangat memungkinkan untuk menghasilkan material batako ringan, ekonomis, kedap suara dan tahan gempa. (Mulyono, T.2003)

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat batako ringan berkait dengan menggunakan batu apung tumbukan genteng keramik sehingga penggunaan semen Portland., mengetahui berapa besar pengaruh penggunaan batu apung sebagai pengganti agregat pasir untuk menciptakan batako ringan berkait, menemukan bentuk batako ringan terkait dengan menggunakan batu apung dan tumbukan genteng keramik, dan untuk mengetahui berapa besar pengaruh penggunaan variasi tumbukan genteng keramik sebagai pengganti sebagian semen Portland. Batu apung yang digunakan berasal dari daerah Pleret Bantul Yogyakarta. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman dan bahan pertimbangan untuk memanfaatkan potensi alam yang ada, khususnya batu apung dan genteng bekas yang sudah tidak layak untuk digunakan membuat batako yang lebih ringan.

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Batako

Batako adalah salah satu bahan bangunan yang dapat terbuat dari perpaduan campuran semen, agregat dan air yang kemudian dicetak sesuai dengan kebutuhan. Batako umumnya, digunakan untuk pasangan dinding rumah/gedung sebagai pengganti bata merah yang bertujuan agar waktu konstruksinya dapat dipercepat mengingat pemasangan batako lebih cepat dari pemasangan bata merah, karna ukurannya yang lebih besar, sehingga waktu yang dibutuhkan lebih singkat. Karakteristik batako yang umumnya ada dipasaran saat ini memiliki densitas rata-rata $> 1800 \text{ kg/m}^3$, dengan kuat tekan 3-5 Mpa. (*Simbolon, T. 2009, SNI 03-0348-1989 dan PUBI (1982)*)

Batako berlubang adalah bata cetak yang memiliki lubang dan kerokan khusus untuk tujuan tertentu yang tersusun dari suatu komposit perekat (semen), pengisi (*filler*) yaitu agregat (batu kecil atau pasir) dan air. Batako berlubang mempunyai luas lubang penampang lebih dari 25% luas penampang batanya dan ini lubang lebih besar dari 25% isi batanya. (SNI 03-0349-1989 dan PUBI, 1982).

2.2 Syarat mutu batako

2.2.1. Pandangan luar

- a. Batako harus tidak terdapat retak-retak dan cacat, rusuk-rusuknya siku satu terhadap yang lain dan sudut rusuknya tidak boleh mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan (*SNI PUBI-1982*) pasal 6 antara lain adalah permukaan batako harus mulus, dan pada waktu pemasangan harus kering.
- b. *SNI 03-0348-1989* adalah batako harus tidak terdapat retak-retak dan cacat, rusuk-rusuknya siku satu terhadap yang lain.

2.2.2. Dimensi dan toleransi

Batako berlubang memiliki dimensi ukuran yang berbeda-beda yang disesuaikan berdasarkan kebutuhan konsumen. Berdasarkan *SNI 03-0348-1989* diperlihatkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Dimensi dan toleransi batako

Jenis batako	Ukuran nominal \pm toleransi		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Besar	400 ± 3	200 ± 3	100 ± 2
Sedang	300 ± 3	150 ± 3	1000 ± 2
Kecil	200 ± 3	100 ± 2	80 ± 2

Sumber : *SNI 03-0348-1989*

2.2.3. Klasifikasi batako dan syarat fisis

Menurut PUBI 1982 bata berlubang diklasifikasikan sesuai dengan pemakaiannya sebagai berikut :

1. Bata berlubang mutu IV yaitu untuk konstruksi yang tidak memikul beban dan terlindung dari cuaca luar.

2. Bata beton bertulang mutu III yaitu untuk jenis A₁ hanya permukaan dinding/konstruksi boleh tidak diplaster.
3. Bata beton berlubang mutu II yaitu untuk konstruksi yang memikul beban, dan terlindung dari cuaca luar.
4. Bata beton berlubang mutu I yaitu untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan juga untuk konstruksi yang tidak terlindung.

Tabel 2.2 Pembagian tingkat mutu batako berlubang

No	Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu batako			
			I	II	III	IV
1	Kuat tekan bruto rata-rata minimum	Kg/cm ²	100	70	40	25
2	Kuat tekan bruto masing-masing benda uji minimum	Kg/cm ²	90	65	35	21
3	Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-

Sumber : SNI 03-0348-1989 dan PUBI 1982.

2.3 Batu Apung

Batu apung (*pumice*) adalah jenis batuan yang berwarna abu-abu terang hingga putih, mengandung buih kaca alam (*rock froth*) yang kaya akan silikat, dengan struktur berpori dan memiliki berat yang ringan. Sifat fisika dan kimia yang dimiliki batu apung seperti oksida SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, K₂O, KaO, MgO, TiO₂, SO₃, dan Cl. Dari hasil penelitian terdahulu yang pernah dilakukan batu apung mempunyai sifat-sifat dan ciri antara lain hilang pijar (*Loss of Ignition*) 6% pHS, bobot isi ruah 480-960 kg/cm³, peresapan air 16,67%, berat jenis 0,8, hantaran suara rendah, kuat tekan terhadap beban berat rendah, dan ketahanan api sampai dengan 6 jam (Departemen Energi & Sumber Daya Mineral).

2.4 Mortar

Mortar atau sering disebut juga mortar atau spesi adalah adukan yang terdiri dari pasir bahan pengikat dan air. Dalam hal ini, pasir berfungsi sebagai bahan pengisi atau bahan yang direkat (Tjokrodinuljo K., 1996).

Tabel 2.5 Sifat mortar semen pasir kasar

No	Perbandingan	Fas	Betar jenis
1	1:3	0,6	2,22
2	1:4	0,72	2,19
3	1:5	0,90	2,14
4	1:6	1,10	2,10
5	1:7	1,48	2,04

Sumber : Teknologi Beton Ir, Kardiyono Tjokrodikuljo, M.E. (2007)

2.5. Genteng Keramik

Genteng keramik adalah suatu bahan bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap, untuk melindungi bangunan beserta isinya dari panas matahari dan hujan yang terbuat dari tanah lempung yang dibakar. Tanah lempung memiliki sifat sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Jadi, tanah lempung mempunyai sifat-sifat yaitu bila dalam keadaan basah akan mempunyai sifat plastis, bila dalam keadaan kering akan menjadi keras, sedangkan bila dibakar akan menjadi padat dan kuat (Dep. P. U dan Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 1982).

2.6. Semen Portland

Semen adalah suatu bahan yang berfungsi mengisi dan merekat seluruh komposisi adukan beton/mortar. Tujuan penggunaan dari semen adalah untuk mencampurkan butir-butir agregat hingga menjadi suatu benda yang padat. (Tjokrodikuljono, 1996)

2.7. Semen Pozolan

Semen pozolan adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat secara alami atau buatan dengan cara menggiling dan dicampur dengan unsure pembentuk lain. Pozolan didapatkan melalui proses pembuatan seperti semen merah (bata merah/genteng keramik yang digiling), gilingan terak dapur tinggi, dan fly ash/abu terbang dan mempunyai sifat seperti semen. Pozolan dapat dipakai sebagai bahan tambahan atau sebagai pengganti semen portland. Bila dipakai sebagai pengganti sebagian semen portland umumnya berkisar antara 10% sampai 35% berat semen. Kekuatan awal semen pozolan lebih rendah daripada semen portland, tetapi dalam waktu setahun kekuatannya sudah sama. Keunggulannya adalah semen ini tahan terhadap aksi korosi dari garam dan air laut lebih baik daripada semen portland (*Dinas Pertambangan dan Energi Standar Normalisasi Indonesia*).

2.8. Agregat Halus

Agregat halus adalah mineral alam yang berbentuk butiran-butiran mineral dengan diameter butiran antara 0,063-5,75 mm dan dapat juga berasal dari batu besar yang digiling dimensi pemecah batu (*stone crusher*). Agregat halus adalah agregat yang sama butur menembus ayakan 4,8 mm (*Subakti, 1994*)

Peranan agregat dalam beton sangat berpengaruh terhadap kualitas beton karena menempati kira-kira 70% dari total volume beton atau mortar. Walaupun hanya berfungsi sebagai pengisi (*filler*), agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat batako atau mortar, sehingga pemilihan agregat secara selektif merupakan suatu bagian penting dalam menentukan bahan susun batako (*Tjokrodimuljo K, 1996*)

2.9. Air

Beton dan mortar tidak akan bisa bereaksi tanpa air. Fungsi air dalam beton dan mortar sangat berperan penting karena semen hanya dapat bereaksi dengan air untuk mengikat bahan penyusun beton atau batako. Fungsi lain dari air adalah untuk meleccakan adukan (*workable*) ketika dituang serta untuk perawatan beton atau batako.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan susun, merupakan pekerjaan awal yang dilakukan sebelum perencanaan perbandingan campuran adukan beton atau mortar. Pemeriksaan bahan susun bertujuan untuk mengetahui perbandingan, kadar air dan jenis dari masing-masing bahan. Pemeriksaan bahan susun yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Modulus halus butir agregat batu apung yang dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{\sum \text{persen tertahan}}{100} \dots\dots\dots (3.1)$$

- b. Gredasi agregat ialah distribusi ukuran butiran agregat yang didapatkan dari data hasil presentase tertahan kumulatif pada pemeriksaan modulus halus yang diplotkan pada grafik gredasi.
- c. Kadar air agregat batu apung dan tumbukan genteng keramik yang dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan W_1 = berat agregat awal dan W_2 = berat agregat kering

- d. Berat satuan Volume agregat batu apung dan tumbukan genteng keramik didapatkan dengan dua cara yaitu Shoveled dan Rodded yang dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat satuan volume}_{(\text{Shoveled})} = \frac{B}{V} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{Berat satuan volume}_{(\text{Roded})} = \frac{B}{V} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan B = berat bahan dan V = volume takaran

- e. Berat jenis Agregat agregat batu apung dan tumbukan genteng keramik yang dapat dihitung dengan rumus :

$$\gamma = \frac{W_b}{[W_{bta} + W_b - W_{tab}]} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan γ = berat jenis, W_b = berat bahan, W_{bta} = berat piknometer, $W_{bt ab}$ = berat piknometer + air + sampel.

- f. Penyerapan air dihitung dengan rumus :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan W_2 = berat setelah direndam dan W_3 = berat setelah dioven

3.2. Komposisi Bahan Susun

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan batu apung dan tumbukan genteng keramik sebagai pengganti agregat terhadap batako normal dibuat batako berkait dengan perbandingan campuran yang direncanakan 1 (PC+TGK) : 4PS (BA) dengan perbandingan berat dan menggunakan FAS 0,7. Variasi tumbukan genteng keramik yang digunakan adalah 0%, 10%, 20% dan 30% dari jumlah berat semen Portland

3.3. Kuat Tekan

Menurut SNI 03-0349-1989, salah satu syarat mutu batako yang penting diperhatikan adalah kuat tekan. Kuat tekan batako berpengaruh pada aplikasinya dilapangan sebagai struktur atau non struktur. Untuk menguji kuat tekan dipakai 5 (lima)

buah benda uji. Penentuan arah tekanan pada bidang benda uji atau disesuaikan dengan arah tekanan beban didalam pamekaian. Kuat tekan benda uji dihitung dengan mendagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur, dengan luar bidang tekan bruto yang dinyatakan dalam kg/cm^2 . Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan adalah :

$$\text{Kuat tekan } (f_c) = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan f_c = kuat tekan, P = beban maksimum, dan A = Luas penampang/bidang tekan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan agregat batu apung

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Keterangan
Modulus halus butir	3,796	Memenuhi standar agregat 1,5 sampai 3,8
Gradasi	Golongan I	Kasar
Kadar air	4,91 %	Kondisinya yang basah
Berat satuan volume	0,814	-
Berat jenis		-

Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan tumbukan genteng keramik

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Keterangan
Kadar air	3,81	Kondisinya yang tidak basah
Berat satuan volume	1,105 gram/cm^3	-
Berat jenis	2,274	-

4.2 Hasil pengujian

Tabel 4.3 Hasil penimbangan berat dan penyerapan air batako ringan

Penyerapan Air Rata-rata (%)			
PO	P10	P20	P30
18,63	24,66	28,34	31,29

Tabel 4.4 Hasil pengujian berat dan kuat tekan mortar kubus dan batako ringan berkait

Kode	Mortar Kubus			Batako Ringan Berkait		
	Berat benda uji rata2 (kg)	Berat satuan volume rata2 (gr/cm ³)	Kuat tekan rata2 (Mpa)	Berat benda uji rata-rata (kg)	Berat satuan volume rata2 (gr/cm ³)	Kuat tekan rata2 (Mpa)
P0	0,576	1,104	3,988	6,748	1,127	3,250
P10	0,528	1,103	4,129	6,577	1,077	3,217
P20	0,520	1,009	6,089	6,393	1,065	5,013
P30	0,513	1,001	5,060	6,296	1,059	4,394

4.2. Pembahasan

4.2.1 Bahan susun

Berdasarkan hasil pemeriksaan bahan susun, ukuran butiran agregat batu apung yang digunakan memenuhi syarat uji gradasi, dimana hampir 100% butirannya lolos ayakan No.4 standart ASTM, sehingga berdasarkan batas maksimum dan minimum golongan agregat, agregat batu apung termasuk dalam golongan agregat I, yaitu kasar. Modulus halus butir sebesar 3,796 mm sehingga telah memenuhi standar ukuran agregat yaitu antara 1,5 sampai 3,8. Berdasarkan hasil pemeriksaan bahan susun, diketahui bahwa tumbukan genteng keramik dalam keadaan tidak basah karena hanya mengandung kadar air sebesar $3,81 < \text{dari } 10\%$.

4.2.2. Hasil Pengujian

a. Berat satuan volume dan penyerapan air

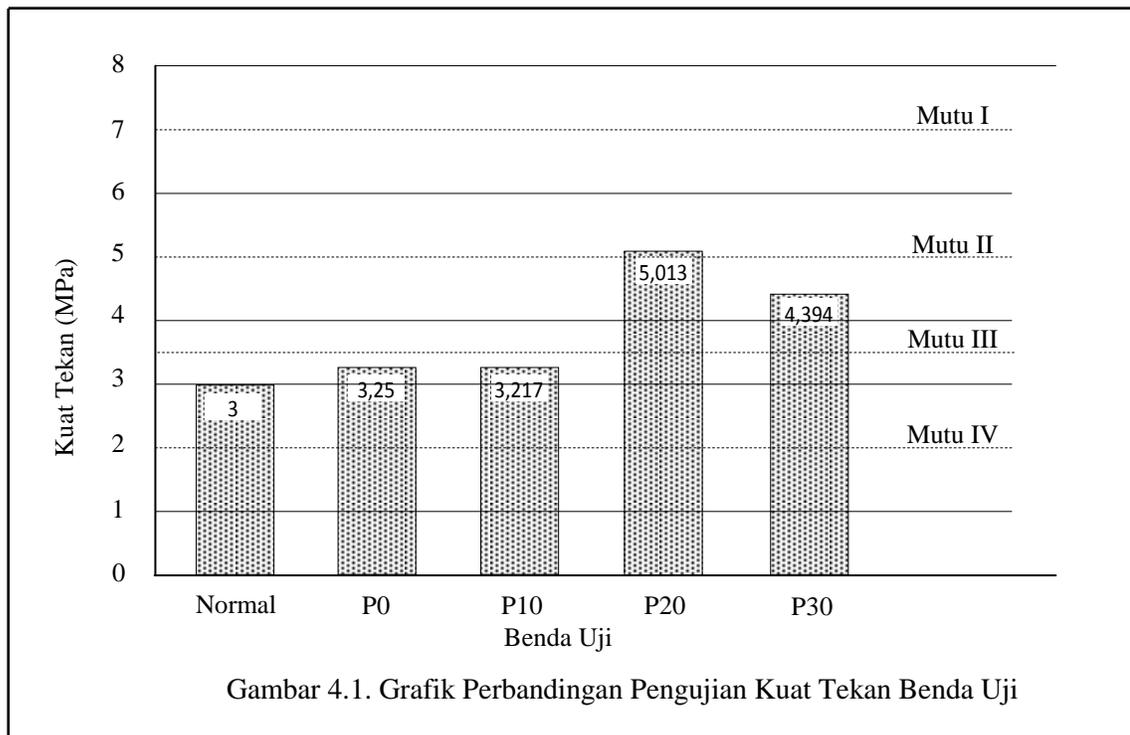
Semakin banyak penggunaan tumbukan genteng keramik, benda uji semakin ringan. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan berat jenis dan berat satuan volume antara semen Portland dan tumbukan genteng keramik. Dari hasil analisis yang dilakukan terhadap penyerapan air diketahui bahwa semakin banyak penggunaan tumbukan genteng keramik, semakin tinggi daya penyerapan airnya. Hal ini disebabkan karena tumbukan genteng berasal dari lempung yang memiliki kadar lengas sangat tinggi sehingga mampu menyerap air lebih banyak.

Sesuai SNI 03-0349-1989 dan PUBI 1982 tentang syarat fisis penyerapan air rata-rata maksimal batako belobang, diketahui bahwa benda uji yang memenuhi syarat maksimal penyerapan air 25% (mutu I) adalah benda uji yang menggunakan tumbukan genteng 0% dan 10%, sedangkan benda uji yang memenuhi syarat maksimal penyerapan

air 35% (mutu II) adalah benda uji menggunakan tumbukan genteng keramik 20% dan 30%.

b. Kuat tekan benda uji

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan benda uji pada Tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa, penggunaan tumbukan genteng keramin 0% dan 10% menghasilkan kuat tekan benda uji terendah, sedangkan penggunaan tumbukan genteng keramik 20% menghasilkan kuat tekan benda uji tertinggi. Pada variasi penggunaan tumbukan genteng 30%, kuat tekan benda uji turun. Dari hasil tersebut diketahui bahwa penggunaan tumbukan genteng sebagai pengganti sebagian semen Portland dapat menambah kuat tekan benda uji tetapi memiliki batas penggunaan maksimum.



Pada Gambar 4.1, bila ditinjau dengan syarat fisis kuat tekan batako berlubang berdasarkan SNI 03-0349-1989 dan PUBI 1982, variasi penggunaan tumbukan genteng keramik 0% dan 10% memenuhi syarat fisis kuat tekan tingkat mutu IV yaitu 2.0 Mpa, sedangkan benda uji dengan variasi penggunaan tumbukan genteng keramik 20% memenuhi syarat fisis kuat tekan tingkat mutu II yaitu 5.0 Mpa. Benda uji dengan variasi penggunaan tumbukan genteng keramik 30% memenuhi syarat fisis kuat tekan tingkat

mutu III yaitu 3,5 Mpa, berbeda kuat tekan dari masing-masing variasi benda uji, dipengaruhi oleh variasi penggunaan tumbukan genteng keramik yang berbeda

c. Kuat tekan batako ringan berkait dan mortar kubus

Kuat tekan antara benda uji batako ringan berkait dengan benda uji mortar kubus memiliki perbedaan. Kuat tekan benda uji mortar kubus lebih tinggi bila dibandingkan dengan kuat tekan batako ringan berkait, padahal menggunakan bahan susun dan variasi campuran adukan yang sama. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan bentuk dari kedua jenis benda uji, dimana batako ringan berkait mengalami perlemahan kekuatan pada bagian lubang, sedangkan pada kubus tidak memiliki bagian yang mengalami perlemahan.

4.2.3. Karakteristik bentuk batako ringan berkait

Berdasarkan hasil pengujian dan pembuatan benda uji, batako ringan berkait yang telah dihasilkan bila ditinjau dengan SNI-03-0349-1989, tentang syarat-syarat fisis kuat tekan, daya penyerapan air, ukuran lobang > 25% dari total volume batako, dan ukuran maksimal yang telah ditentukan.

Bentuk dari batako ringan berkait ini, yang terdiri dari lobang tengah, kerokan bagian atas, kerokan bagian bawah dan kerokan bagian tepi memiliki fungsi dari masing-masing, antara lain sebagai berikut:

- a. Kerokan bagian atas atau tonjolan pada kedua ujung, berfungsi sebagai media yang diikat dengan tujuan untuk menahan gesekan atau gaya dari arah sisi kiri dan kanan atau searah bidang memanjang batako, sehingga mengokohkan dan dapat mengurangi resiko keruntuhan pada dinding saat terjadi gesekan atau guncangan.
- b. Kerokan bagian bawah berfungsi sebagai media pengikat tonjolan kedua pertemuan ujung bagian atas batako dengan tujuan untuk menahan gesekan atau gaya dari arah sisi kiri dan kanan atau searah bidang memanjang batako, sehingga mengokohkan dan mengurangi resiko keruntuhan pada dinding.
- c. Kerokan bagian tepi, berfungsi sebagai tempat adukan mortar atau spesi, sebagai penyambung antara ujung batako, dengan tujuan mengunci dan menahan gesekan atau gaya dari arah sisi depan dan belakang sehingga dapat mengurangi resiko keruntuhan pada dinding.

- d. Lobang pada bagian tengah berfungsi sebagai tempat adukan mortar atau spesi, untuk mengunci bagian tengah batako dari gesekan atau gaya dari arah sisi depan dan belakang. Penggunaan lobang bagian tengah sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan, karena adanya penyunci kerokan atas, kerokan bawah dan kerokan bagian tepi, gesekan dan guncangan dari arah sisi kiri, kanan, depan, dan belakang telah dikunci oleh kerokan tersebut, sehingga pasangan batako dapat dikatakan cukup aman tanpa memasang spesi pada gadian tengah.

Berdasarkan bentuk dan fungsi dari batako diatas, penggunaan batako ini dapat menghasilkan penghematan terhadap mortar atau spesi untuk pasangan batako serta penghematan biaya. Penggunaan batako ini dapat dikatakan cukup efektif dan memberikan manfaat terhadap keamanan bangunan serta penghuni bangunan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Penggunaan agregat batu apung dapat menghasilkan batako ringan dengan berat perbuah $\pm 6,8$ kg lebih kecil dengan berat batako normal 14,4 kg perbuah.
- b. Penggunaan agregat batu apung dan tumbukan genteng keramik 0%, 10%, 20% dan 30% sebagai bahan susun batako ringan berkait terbaik adalah penggunaan 20% tumbukan genteng keramik dengan kuat tekan 5,013 Mpa, penyerapan air maksimal 28,34% dan berat 6,393 kg.
- c. Penggunaan agregat batu apung dan tumbukan genteng keramik menyamai kekuatan batako normal dan layak untuk digunakan sebagai bahan bangunan.

5.2. Saran

- a. Perlu penelitian lebih lanjut untuk pengujian, kedap suara, ketahanan api dan kekuatan ikatan pada pengait dari arah lateral serta arah memanjang dipasang dinding batako.
- b. Perlu penelitian lebih lanjut untuk menentukan perbandingan campuran yang lebih baik, agar tetap menghasilkan batako yang ringan, penyerapan air yang semakin rendah serta kuat tekan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1971. *Persyaratan Beton di Indonesia (PBI – 1971)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1982. *Genteng Keramik*. Departemen Pekerjaan Umum dan Badan Penelitian dan Pembangunan Pemukiman.
- Anonim. 1985. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI – 1982)*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1988. *SNI 03-2095-1988 : Genteng Keramik*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Anonim. 1989. *SNI 03-0348-1989: Bata Beton Pejal, Mutu dan Cara Uji*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Anonim. 1989. *SNI 03-0348-1989: Bata Beton untuk Pasangan Dinding*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Anonim. 2004. *SNI 03-0302-2004 : Semen Portland Pozolan*, Jakarta: Badan Standar Nasional
- Anonim. 2007. *Batu Apung*. Denpasar: Dinas Pertambangan dan Energi Standar Daya Mineral.
- Anonim. 2007. *Buku Panduan Praktikum Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UKRIM.
- Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Muntohar, Agus Setyo. 2009. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah.
- Nugraha, Paul & Antoni. 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kenerja Tinggi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Simbolon, T.2009. *Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan yang Terbuat dari Styrofoam-Semen*. Medan: Program Studi Magister Ilmu Fisika, Sekola Pascasarjana USU
- Timoshenko, Stephen P. 1878-1972. *Mekanika Bahan Jilid I Edisi*. Bandung: Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 2007 *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil dan Lingkungan UGM
- Wanci, A. 2008. *Batako Styrofoam Komposit Mortar Semen*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada (UGM)
- Wijoseno. 2009, *Bahan Bangunan Pasangan Dinding*. <http://wijoseno.wordpress.com>